

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 197 05 046 A 1

⑳ Aktenzeichen: 197 05 046.8  
㉔ Anmeldetag: 3. 2. 97  
㉕ Offenlegungstag: 26. 2. 98

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 21 S 11/00  
F 21 V 9/10  
F 21 V 8/00  
F 24 J 2/12  
F 24 J 2/38  
H 01 L 31/052

Ref. 22

DE 197 05 046 A 1

⑥6 Innere Priorität:  
196 35 524.9 20.08.96

⑦1 Anmelder:  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

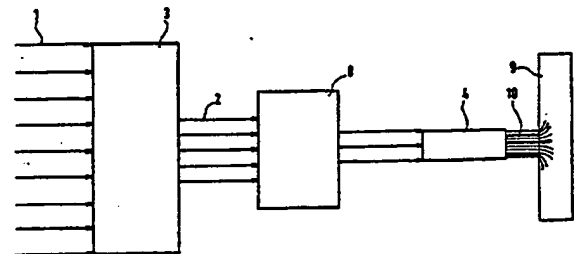
⑦4 Vertreter:  
PFENNING MEINIG & PARTNER, 10707 Berlin

⑦2 Erfinder:  
Danz, Rudi, Dr.habil., 14532 Kleinmachnow, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Vorrichtung und Verfahren zur Nutzung der Solarenergie

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Nutzung der Solarenergie. Derartige Vorrichtungen und Verfahren können zur Nutzung der Solarenergie für lichttechnische und wärmetechnische Zwecke, wie beispielsweise zur Beleuchtung, Anzeige oder Wärmeerzeugung in Gebäuden wie Produktionsstätten, Einrichtungen ober- bzw. unterhalb der Erde oder der Meeresoberfläche sowie in Transportmitteln wie Schiffen, Flugzeugen oder Raumschiffen und weiteres nutzbringend verwendet werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich durch ein Lichteinfangelement (3) zum Einfangen des von der Sonne ausgehenden Lichtes, ein Lichtsammelelement (8) zur Konzentration des Lichtes, ein Lichttransportelement (4) sowie einen Lichtverteiler (9) aus. Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung kann Strahlung von der Sonne unter geringsten Verlusten transportiert und verteilt werden. Der Einsatz von wellenschiebenden Substanzen in der erfindungsgemäßen Anordnung verbessert die Ausnutzung der Solarenergie weiter.



DE 197 05 046 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND 01 02 707 069/AR5

12/27

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Nutzung der Solarenergie.

Eine derartige Vorrichtung und ein derartiges Verfahren können zur Nutzung der Solarenergie für lichttechnische und wärmetechnische Zwecke, wie beispielsweise zur Beleuchtung, Anzeige oder Wärmeerzeugung in Gebäuden wie Produktionsstätten, Einrichtungen oberbzw. unterhalb der Erde oder der Meeresoberfläche sowie in Transportmitteln wie Schiffen, Flugzeugen oder Raumschiffen und weiteren Geräten und Vorrichtungen nutzbringend verwendet werden.

Die Nutzung der Solarenergie erfolgt nach dem Stand der Technik entweder durch direkte bzw. indirekte Umwandlung in elektrischen Strom (Sonnenkraftwerke, Photovoltaik) oder durch Umwandlung der Solarenergie in thermische Energie (Solarkollektoren) (Umweltmarkt von A-Z 1995/1996, S. 260; Simon und Wagner, Physik in unserer Zeit 27, 1996, S. 69). Nachteilig an diesen Nutzungstechniken für die Solarenergie ist, daß die Umwandlung der Solarenergie in die gewünschten Energien unvollständig ist und Umwandlungsverluste auftreten. Besonders groß sind dabei die Verluste, wenn der durch Solarenergie erzeugte elektrische Strom zur Beleuchtung von in Gebäuden liegenden abgeschlossenen Räumen verwendet wird. Beide genannten Nutzungsarten für Solarenergie, die Umwandlung in elektrischen Strom oder in thermische Energie erfordern einen sehr großen gerätetechnischen Aufwand und daher hohe Investitionskosten.

Die direkte Nutzung der Sonnenlichtes erfolgte bisher durch sogenannte Heliostate, die das Licht direkt ohne Lichtleitung auf einen festen Punkt lenken. Diese Systeme sind sehr aufwendig und nur begrenzt einsetzbar. Weiterhin wurde die solare Strahlung von Oberflächen absorbiert (z. B. Solarzellen) und der jeweilige, nutzbare spektrale Anteil in andere Energieformen umgewandelt. Nicht direkt nutzbare Spektralanteile gingen unwiederbringlich verloren.

Die vorliegende Erfindung macht es sich daher zu Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, um die von der Sonne ausgehende elektromagnetische Strahlung effektiv, umweltverträglich und mit geringen Kosten zu nutzen.

Diese Aufgabe wird durch die Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie durch das Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 17 in Verbindung mit ihren kennzeichnenden Merkmalen gelöst.

Durch die vorliegende Erfindung werden der Solartechnik neue und kostengünstige Anwendungsgebiete erschlossen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es, ohne Umwandlung der elektromagnetischen Strahlung in Strom durch Photovoltaik bzw. in ein Wärmespeichermedium zum Transport zu dem zu wärmenden Gegenstand unmittelbar an die Stelle ihres Verbrauches bzw. Einsatzes zu leiten. Auch die Verteilung der Beleuchtung, Wärmeerzeugung etc. kann direkt ohne Umwege beeinflusst werden. Besonders vorteilhaft ist, daß durch die erfindungsgemäße Vorrichtung die Ausnutzung der Solarenergie sowohl quantitativ als auch qualitativ erhöht werden kann.

Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens werden in den abhängigen Ansprüchen gegeben.

Besonders vorteilhaft ist, die licht- bzw. wärmetechnische Nutzung der Solarstrahlung für abgeschlossene Räume, wie beispielsweise Wohn- und Arbeitsräume in

Gebäuden, Arbeitsstätten oder Transportmitteln. Diese Nutzung kann auch zusätzlich zu anderen indirekten oder direkten Nutzungen von Sonnenlicht erfolgen, beispielsweise direkten Lichteinfall durch Fenster in mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zusätzlich beleuchtete Räume. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es, ohne Umwandlung der elektromagnetischen Strahlung in Strom durch Photovoltaik bzw. in ein Wärmespeichermedium zum Transport zu dem zu wärmenden Gegenstand unmittelbar an die Stelle ihres Verbrauchs zu leiten. Diese Nutzung erfolgt, da keine Umwandlungsverluste auftreten, mit einem sehr hohen Wirkungsgrad, ist umweltverträglich und erschließt der Solartechnik neue und kostengünstige Anwendungsgebiete. Vorteilhaft ist bei einer derartigen Anwendung weiterhin, daß keine elektrischen Versorgungssysteme benötigt werden, um beispielsweise Bergwerke zu beleuchten, so daß ein sehr hoher Grad an Sicherheit, beispielsweise gegen Funkenschlag, gegeben ist.

Die Verwendung von Wellenlängenwandlern ermöglicht auch die Nutzung von Ultraviolett- oder Infrarotstrahlung zu Beleuchtungszwecken bzw. von Ultraviolett- und sichtbarem Licht zur Erzeugung von Wärme über Infrarotstrahlung. Insbesondere ist auch eine Verstärkung ausgewählter Spektralbereiche und damit eine spektrale Anpassung der Nutzung des Sonnenlichtes möglich. So können zum Beispiel die Pflanzen schädigenden UV-Strahlen in den wellenlängenbereich um 500 nm gewandelt werden zum Vorteil eines wirksameren Pflanzenwachstums. Auch zu Beleuchtungszwecken ist es günstig, die UV-Anteile in sichtbares Licht in ausgewählten Spektralbereichen zu transformieren. Auch zum Transport der elektromagnetischen Strahlung ist es unter Umständen vorteilhaft, Strahlung bestimmter Wellenlängen zuerst in einen Längenwellenbereich zu wandeln, bei dem der Transport in dem gegebenen Transportmaterial verlustfrei erfolgen kann und anschließend die Wellenlänge der transportierten elektromagnetischen Strahlung wiederum in das gewünschte Spektrum zu wandeln.

Die Verwendung verschiedener beleuchtungstechnischer Elemente als Lichttransportelemente oder Lichtverteiler, wie beispielsweise faseroptische Beleuchtungstechniken oder Lichtdiffusoren, ermöglichen unterschiedliche Strahlungscharakteristika der in den abgeschlossenen Raum gebrachten elektromagnetischen Strahlung. So können Seiten- oder Endpunktstrahlungen oder auch eine gleichmäßig gerichtete bzw. ungerichtete Lichtabstrahlung erzielt werden.

Die Abstrahlung in ein wärmespeicherndes Medium dient über dessen Aufheizung der Erwärmung des abgeschlossenen Raumes. Insbesondere entfällt hier im Gegensatz zu herkömmlichen Solarkollektoren der Transport des wärmespeichernden Mediums von der Aufwärmstelle zu dem aufzuwärmenden Gegenstand.

Wird eine zusätzliche künstliche Lichtquelle mit dem Lichtverteiler verbunden, so kann der abgeschlossene Raum weiterhin versorgt werden, auch wenn die von der Sonne ausgehende elektromagnetische Strahlung keine ausreichende Intensität aufweist.

Die auf das Lichteinfelement auftreffende Strahlungsintensität kann weiter erhöht werden, wenn das Lichteinfelement dem Sonnenstand entsprechend beispielsweise mechanisch nachgeführt wird.

Als Lichteinfelement und als Lichtsammелеlement eignen sich gekrümmte Spiegel wie beispielsweise Parabolspiegel, Fresnellinsen, Zylinderlinsen oder sphärische Sammellinsen, Lichttrichter oder auch Anordnungen

von Halbkugeln. Dabei kann die Wandlung der Wellenlängen im Lichtsammелеlement oder auch im Lichteinfangelement oder auch im Lichttransportelement erfolgen. Diese Elemente können dann vorteilhafterweise aus optisch transparenten polymerfestkörpern bzw. Polymerformkörpern bestehen, die fluoreszierende Additive aufweisen. Dabei ist es wichtig, daß die Additive molekular gelöst im Polymerformkörper vorliegen, da nur dann die wellenschiebenden Effekte für die erfindungsgemäßen Anwendungen genügend stark auftreten. Wird ein gewöhnlicher fluoreszierender Farbstoff verwendet, so findet eine Wandlung der Wellenlängen zu längeren Wellenlängen statt. Dies bedeutet beispielsweise, daß ein Umwandlung von Ultraviolettlicht in sichtbares Licht erfolgt. Andererseits kann beispielsweise ein Zweiquanten-Absorptionsprozeß in einem geeigneten fluoreszierenden Farbstoff verwendet werden, um Infrarotlicht in sichtbares oder ultraviolettes Licht zu wandeln.

Als Material für Lichtwellenleiter oder Lichtleitstäbe für das Lichttransportelement eignen sich insbesondere Quarz mit polymerer Bedeckung oder auch Lichtwellenleiter, die vollständig aus Polymermaterialien bestehen.

Als Lichtverteiler können Lichtdiffusoren verwendet werden, die beispielsweise opaleszierende Kunststoffe enthalten.

Im folgenden werden einige Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung gegeben. Es zeigen:

Fig. 1 das Schema einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 ein weiteres Anwendungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

Fig. 3 einen erfindungsgemäßen Lichttrichter.

Fig. 1 zeigt den Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Nutzung der Solarenergie zu beleuchtungstechnischen Zwecken. Von der Sonne eintreffende elektromagnetische Strahlung 1 wird durch ein Lichteinfangelement 3 eingefangen und zugleich zu einem Strahlungsbündel 2 konzentriert. Dieses Strahlungsbündel 2 wird durch ein Lichtsammелеlement, das zugleich als Wellenlängenwandler dient, noch weiter konzentriert und auf ein Lichttransportelement, beispielsweise einen Lichtleitstab 4, gelenkt. Der Lichtleitstab 4 endet in einem Faserbündel 10, das die elektromagnetische Strahlung in einem Lichtdiffusor 9 verteilt. Der Lichtdiffusor 9 ist nun das eigentliche Leuchtelement, das in einem abgeschlossenen Raum installiert ist.

Fig. 2 zeigt eine Vorrichtung zur Nutzung der Solarenergie für lichttechnische Zwecke. Von der Sonne auf der Erde eintreffende elektromagnetische Strahlung 1 wird durch eine Fresnellinse 3 zu einem Strahlenbündel 2 gebündelt und auf ein Lichttransportelement mit Wellenlängenwandler fokussiert. Das Lichttransportelement 4 kann beispielsweise durch ein Gebäudedach bis in den Keller eines Hauses reichen und dort in einem Faserbündel 5 enden, durch das das transportierte Licht in den Kellerräumen verteilt wird und diese dadurch gegebenenfalls zusätzlich zu durch Kellerfenster direkt in die Kellerräume einfallendes Licht beleuchtet.

Das Lichttransportelement 4 und das Faserbündel 5 können jedoch auch durch einen Lichttrichter 6 und einen Lichtdiffusor 7 ersetzt werden. In diesem Falle wird das von der Fresnellinse 3 auf den Lichttrichter 6 gebündelte Licht weiter durch den Lichttrichter konzentriert und zu dem Lichtdiffusor 7 geleitet. Der Lichtdiffusor 7 ist beispielsweise ein Lichtleitstab mit seitli-

chen Lichtaustrittsflächen.

Gemäß Fig. 3 wird der im Querschnitt dargestellte Lichttrichter 6 modifiziert, um diffuse und direkte Sonnenstrahlung einzufangen, zu konzentrieren und an flüssige Wärmeträger führende rechteckige oder kreisrunde Kanäle 11 weiterzuleiten. Die in Fig. 3 dargestellte Vorrichtung wirkt dabei als optisches Bauelement für einen Solarkollektor. Die trichterförmige Vorrichtung 6 besteht aus einem optisch transparenten Polymerformkörper, der unterschiedlich fluoreszierende Farbstoffe, z. B. 0,1% Perylene, Stilbene, Coumarine, Rhodamine Oxazine, Naphthalate, Perchlorate, Fluoresceine, Jodide und Naphthalimide oder weitere katalogisierte fluoreszierende Stoffe wie z. B. IR-26, IR-125, IR-140, IR-144, Nile-Blau, Fluoresceine, Oxadiazole, Azaquinolone, Sulfaflavine, Uranine, Fluorole, z. B. Kokak, Optical Products, Laser Dyes; U. Brackmann, Lambdachrome Laser Dyes, Lambda Physik GmbH, Göttingen einzeln oder als Gemische enthält und somit zu einer effektiven Absorption, Konzentration und Weiterleitung der Sonnenstrahlung führt. Reflexionsschichten 12 aus Aluminium oder Silber unterstützen die Weiterleitung und Konzentration der Strahlung an den Kanälen 11. Die Absorption der Strahlung wird darüber hinaus durch die Absorberschichten 13 und den Wärmeträger in den Kanälen 11 gewährleistet. Die aufgezeigte Vorrichtung vereinigt in sich sowohl Kollektor- als auch Konzentratoreigenschaften.

Durch die erfindungsgemäße spezifische Anordnung der Kanäle 11 in der Vorrichtung 6 erfolgt in Kombination mit den angebrachten Reflexions- und Absorberschichten 12 und 13 eine hohe Absorption und Konzentration der Solarstrahlung im gesamten Spektralbereich.

Daraus folgen eine höhere Effizienz der Energie wandlung und höhere Temperaturen für den Wärmeträger. Die Vorrichtung kann somit auch zur Erzeugung von Prozeßwärme eingesetzt werden ( $T > 100^\circ \text{C}$ ).

Im folgenden werden einige Anwendungsbeispiele für erfindungsgemäße Vorrichtungen und das erfindungsgemäße Verfahren, wie in den Fig. 1 und 2 gezeigt, geschildert:

#### Beispiel 1

Auf dem Dach eines Gebäudes sind zum Bündeln des Lichtes Parabolspiegel angebracht, die das Sonnenlicht bündeln. In Brennpunktnähe sind Lichtleitstäbe oder Bündel von Lichtleitfasern angeordnet, in die das Licht eingekoppelt wird. Die Anordnung der optischen Komponenten wird so gewählt, daß am Ort der Konzentration des Lichtes keine zu hohen Temperaturen entstehen, die die lichtführenden Komponenten zerstören würden. Über die lichtführenden Komponenten wird das Licht in das Gebäude zu den Verbrauchern geleitet. Je nach Notwendigkeit enthalten die lichtführenden Komponenten fluoreszierende Additive, die als Wellenschieber wirken und zum Beispiel den UV-Anteil des Sonnenlichtes in den sichtbaren Spektralbereich transformieren.

#### Beispiel 2

In das Dach eines Hauses werden Lichtmodule, bestehend aus ebenen oder gewölbten Fresnellinsen (Fokuslänge 30 cm) integriert, die eine Konzentration des diffusen oder direkten Sonnenlichtes realisieren. Nach der Konzentration des Lichtes erfolgt entweder die Weiter-

leitung des Lichtes durch Strahlung auf einen opaleszierenden oder vorwärtsstreuenden Kunststoff, der das Licht verteilt und damit als Lichtquelle wirkt oder es erfolgt eine Einkopplung in eine faseroptische Beleuchtungstechnik, vorzugsweise vermittelt durch Lichtleitstäbe oder Faserbündel. Die Lichtmodule können dabei auch aus Anordnungen von einzelnen ebenen oder gewölbten Fresnellinsen bestehen.

Durch Anwendung dieser Vorrichtungen ist es möglich, das Sonnenlicht zur Beleuchtungszwecken auf Dachböden oder auch zu Weiterleitung und Anwendung in den unteren Etagen bis in die Kellerräume zu nutzen.

Die das Licht sammelnden Lichtmodule, vorzugsweise aus optischen Kunststoffen gestaltet, können auch aus Array's von Kugeln oder Halbkugeln bestehen, die dabei die Funktion der Lichtkonzentration vornehmen.

Das beschriebene Beispiel kann auf Markthallen, öffentlichen und Fabrikgebäude, Sporteinrichtungen und weitere Einrichtungen, die einen hohen Lichtbedarf aufweisen, ausgedehnt werden.

### Beispiel 3

Für die landwirtschaftliche und gärtnerische Nutzung der Solarenergie werden ebene oder gewölbte Polymerformkörper, zum Beispiel aus Platten oder Folien, auf Basis von Acrylglas, Pleximid, Polycarbonat, Polystyren, Cycloolefinen (COC) oder Polyethylen mit Coumarin- und/oder Stilben-Laserfarbstoffen versetzt ( $10^{-4}$ — $10^{-3}$  molarer Zusatz).

Durch diese Dotierung der Polymerformkörper wird bereits an ihrer Oberfläche der UV-Anteil des Sonnenlichtes, der nur partiell die Polymermaterialien durchdringt, in den sichtbaren Bereich von ca. 400—500 nm transformiert und durchdringt die die Pflanzen beschützenden Abdeckkomponenten. Durch diese Lichttransformation wird die Beleuchtungsstärke zum einen wesentlich erhöht, zum anderen wird der spektrale Anteil verstärkt, der für eine wirksame Photosynthese der Pflanzen wichtig ist. Die Pflanzen schädigende UV-Anteile werden eliminiert. Eine weitere Ausführungsvariante besteht darin, daß die dotierten Polymermaterialien auf undotierte Polymerformkörper aus beispielsweise Acrylglas, cycloolefin-Polymergläser, Pleximid, Polycarbonaten, Polyethylene und/oder Silikatglas-scheiben als Schichten oder Folien aufgebracht werden und somit durch Lichttransformation den durch das Glas hindurchgehenden Lichtanteil erhöhen und damit zu einem Lichtverstärkungseffekt in biologisch günstigen Spektralbereichen führen.

### Beispiel 4

Zur Beleuchtung von Bergwerken, Tunneln, Höhlen u.ä. wird zunächst über Tage eine Lichtsammelstation errichtet unter Anwendung von lichtkonzentrierenden, wellenlängentransformierenden und wellenleitenden Komponenten. Von dort wird das Licht durch Lichtwellenleiter und durch direkte Strahlung über Schächte unter Tage geleitet und dort zu Beleuchtungs- und Anzeigezwecken verteilt.

In der Lichtsammelstation befindet sich eine zentrale künstliche Lichtquelle, deren Licht bei Unterschreitung der Sonnenlichtintensität unter eine kritische Grenze automatisch in das Versorgungssystem eingekoppelt wird.

### Beispiel 5

In einer weiteren Variante wird das Gebäude mit einem zentralen Lichtschacht ausgerüstet, in den das Licht durch eine Anzahl von Spiegeln von einer großen Fläche aufgenommen und durch den freien Raum durch Strahlung geleitet wird. Im Lichtschacht sind Verteiler angeordnet, die das Licht weiter konzentrieren, in der Frequenz transformieren und in lichtleitende Stäbe oder Faserbündel einkoppeln. Von dort wird das Licht an die dezentralen Abnahmestellen geleitet.

### Beispiel 6

Auf die Kunststoff-Abdeckung einer Solarzelle in einem Taschenrechner wird eine Polymethylmethacrylat (PMMA)- und/oder Polycarbonat-Schicht der Dicke von 20 µm aufgebracht. Das PMMA enthält molekular gelöst die fluoreszierenden Farbstoffe Naphthalimid und Perylen-Rot mit einem Anteil von je 10 Gewichts-Prozenten. Die eintreffende Solarstrahlung wird nach Transmission dieser Schicht in ihrem Spektralbereich in das Rote verschoben. Dadurch erhöht sich die Effektivität der Lichtumwandlung in elektrische Energie in der Solarzelle. Der Rechner funktioniert nun auch bei ungünstigeren Lichtverhältnissen. Eine ähnlich positive Wirkung wird erreicht, wenn man die erfindungsgemäßen fluoreszierenden Polymerschichten und -Schichtsysteme auf Fotodioden aufbringt.

### Beispiel 7

Zur Nutzung bei der ökologischen Insektenvernichtung wird ein gelber fluoreszierender Farbstoff, z. B. auf Perylen-Basis, in einen Kunststoff-Insektensticker im Volumen eingebracht oder als Schicht aufgebracht. Der Kunststoff-Sticker besteht dabei vorzugsweise aus den optisch transparenten Polymeren, Polymethylmethacrylat, Polycarbonat oder Polystyren. Polyvinylchlorid, Polyester oder Pleximide sind auch geeignet. Der fluoreszierende Insektensticker hat eine höhere Wirkung hinsichtlich Insektenanziehung und Selektivität für bestimmte Insekten.

### Beispiel 8

Durch Einbringung fluoreszierender Additive in Kunststoff-Uhrgläser, z. B. auf Basis von Polymethylmethacrylat und Polycarbonat oder eines anderen optisch transparenten Kunststoffes, ist es möglich, ein "intelligentes" Uhrglas zu schaffen, welches auf eine starke UV-Strahlenbelastung mit einem optischen Warnsignal reagiert. Dazu werden in den Uhrglas-Formkörper beispielsweise die fluoreszierenden Additive Naphthalimide, Naphthalate, Stilbene, Oxazole, Oxadiazole, Coumarine, Fluoresceine, Rhodamine oder Syryle einzeln oder im Gemisch in einer Konzentration von ca. 0,1% gelöst eingebracht. Durch eine Gravur im Uhrglas ist dann bei starker UV-Strahlung ein Warnsignal auf dem Uhrglas zu beobachten, dessen spektrale Charakteristik von den fluoreszierenden Additiven abhängt.

### Beispiel 9

Eine weitere wichtige Anwendung betrifft polymere Hydrogele, die mit fluoreszierenden Farbstoffen dotiert sind (Dotierung beispielsweise 0,1 Gewichts%). Die dotierten Polymergele werden z. B. in Blumenvasen, Pflan-

zentöpfen und anderen Pflanzenzüchtungs- sowie -aufbewahrungsbehältnissen, oder in Gartenteichen verwendet. Insbesondere bei im blauen und/oder roten Spektralbereichen emittierenden Farbstoffen wird das Pflanzenwachstum begünstigt oder zum Beispiel die Haltbarkeit der Pflanzen verlängert. Ein weiterer Anwendungsfall betrifft die Anwendung dotierter Polymergele zur Stimulierung des Algenwachstums im Meer und/oder Süßwasser.

# Patentansprüche

## 1. Vorrichtung zur Nutzung der Solarenergie, gekennzeichnet durch

ein Lichteinfangelement (3) zum Einfang und zur Konzentration der von der Sonne ausgehenden elektromagnetischen Strahlung (1), ein Lichttransportelement (4) zum Transport der eingefangenen und konzentrierten elektromagnetischen Strahlung sowie

ein Lichtverteiler (9) zur Ausstrahlung der transportierten elektromagnetischen Strahlung.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung ein weiteres Lichtsammelement (8) zur Konzentration der eingefangenen elektromagnetischen Strahlung aufweist.

3. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung einen Wellenlängenwandler aufweist, der die Wellenlänge zumindest eines Teils der elektromagnetischen Strahlung in eine andere Wellenlänge wandelt.

4. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichteinfangelement (3), das Lichtsammelement (8), das Lichttransportelement (4) oder der Lichtverteiler (9) als Wellenlängenwandler ausgebildet sind.

5. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenlängenwandler aus einem optisch transparenten Polymerfestkörper besteht.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der optisch transparente Polymerfestkörper zumindest teilweise besteht aus Polymethylmethacrylat, Polymethacrylsäureestern, Polymethacrylsäuren, Polyacrylsäuren, deren Ester, aus Kopolymeren dieser Materialien, wie Polymethylmethacrylmethyliden, Methylmethacrylat-Acrylnitrilvinylestern, Polymethylpenten, Acrylsäure-Styren-Acrylsäure-Vinylacetat-Kopolymeren, aus Polystyren, Polyvinyltoluen, Polycarbonaten, Polypropylen, Polyethylen, Cellulosederivaten, Polyacetalen, Polyamiden, fluorierten Acrylsäure-Polymeren, Cycloolefin-Polymeren, Polyimiden, Polyallylphthalaten, Acetatbutyraten oder anorganischen Gläsern, wobei diese Materialien fluoreszierende Additive enthalten.

7. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein fluoreszierende Additive enthaltender Polymerfestkörper als Schicht oder Folie auf optisch transparente Polymerfestkörper, wie zum Beispiel Acrylglas, Cycloolefin-Polymergläser, Pleximid, Polycarbonate, Polyethylene, Polypropylene, Polystyrene und/oder Silikatglasscheiben, aufgebracht werden.

8. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die fluo-

reszierenden Additive für die Umwandlung von kurzwelligem Licht in längerwelliges Licht P-Terphenyle, p-Quaterphenyle, Oxadiazole, p-Quinquephenyle, Oxazole, Diphenylfurane, Stilbene, Styryle, Styrylpyrane, Coumarine, Furane, Fluoresceine, Rhodamine, Pyrane, Cyanin-Derivate, Cresyl-Violett, Oxazone, Oxazine, Pyridine, Carbazine, Benzoxanthen-Derivate, Tioxanthen-Derivate, Chinolone, Pyrromethene, Benzimidazole, Diphenylanthrazene, Thiophene, Phenylvinylene oder auch Perylene, Naphthalate, Naphthalimide, Naphthole, Perchlorate, Jodide oder weitere katalogisierte fluoreszierende Stoffe, wie z. B. IR-26, IR-125, IR-140, IR-144, Nile-Blau, Fluoresceine, Oxadiazole, Azaquinolone, Sulfaflavine, Uranine, Fluorole sind.

9. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die fluoreszierenden Additive in einer molaren Konzentration von  $5 \times 10^6$  bis  $1 \times 10^{-5}$  molekular gelöst im Polymerfestkörper vorliegen.

10. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die fluoreszierenden Additive hoher Umwandlungseffizienz für die Umwandlung von Infrarotlicht oder Nahinfrarotlicht in sichtbares Licht geeignete Farbstoffe, beispielsweise 4-Dizyanomethylen-2-methyl-6-p-dimethyl-aminostyryl-4H-Pyron, sind.

11. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichteinfangelement eine Fresnellinse aufweist.

12. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtsammelement einen Lichttrichter, einen gekrümmten Spiegel, beispielsweise einen Parabolspiegel, eine sphärische Linse, eine Zylinderlinse oder Anordnungen von Halbkugeln aufweist.

13. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichttransportelement einen Lichtleitstab, einen Lichtleiter oder eine Faseroptik aufweist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleiter aus Quarz mit einer polymeren Cover-Schicht oder aus Polymermaterialien bestehen.

15. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtverteiler einen Lichtdiffusor, beispielsweise aus opaleszierenden Kunststoffen, aufweist.

16. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtverteiler mit einer zusätzlichen künstlichen Lichtquelle verbunden ist.

17. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtverteiler mit einem lichtabsorbierenden Wärmespeicher verbunden ist.

18. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtsammelement durch eine Vorrichtung zur Ausrichtung des Lichtsammelementes auf den aktuellen Sonnenstand bewegbar ist.

19. Verfahren zur Nutzung der Solarenergie, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Sonne ausgehende natürliche elektromagnetische Strahlung eingefangen, konzentriert, transportiert und verteilt sind.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Einfang und vor der Vertei-

lung die Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung zumindest teilweise verändert wird.

21. Verwendung einer Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 18 oder eines Verfahrens nach Anspruch 19 oder 20 zur Beleuchtung von Gebäuden oder abgeschlossenen Räumen, wie Wohnräume oder Arbeitsstätten unter oder oberhalb der Erdoberfläche oder des Meeresspiegels, beispielsweise Bergwerke, Tunnel, Forschungsstätten, Gewächshäuser, Transportmittel oder dergleichen.

22. Verwendung einer Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 18 oder eines Verfahrens nach Anspruch 19 oder 20 zur Erwärmung von Gebäuden oder abgeschlossenen Räumen, wie Wohnräume oder Arbeitsstätten unter oder oberhalb der Erdoberfläche oder des Meeresspiegels, beispielsweise Bergwerke, Tunnel, Forschungsstätten, Gewächshäuser, Transportmittel oder dergleichen.

23. Verwendung einer Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 18 oder eines Verfahrens nach Anspruch 19 oder 20 zur Anzeige von Informationen in Gebäuden oder abgeschlossenen Räumen, wie Wohnräume oder Arbeitsstätten unter oder oberhalb der Erdoberfläche oder des Meeresspiegels, beispielsweise Bergwerke, Tunnel, Forschungsstätten, Gewächshäuser, Transportmittel oder dergleichen.

24. Verwendung einer Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 18 oder eines Verfahrens nach Anspruch 19 oder 20 zur Abdeckung einer Solarzelle, zur Anlockung von Insekten, zur Gestaltung von Uhrgläsern oder zur Beleuchtung von Organismen wie Algen, Pflanzen und dergleichen.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

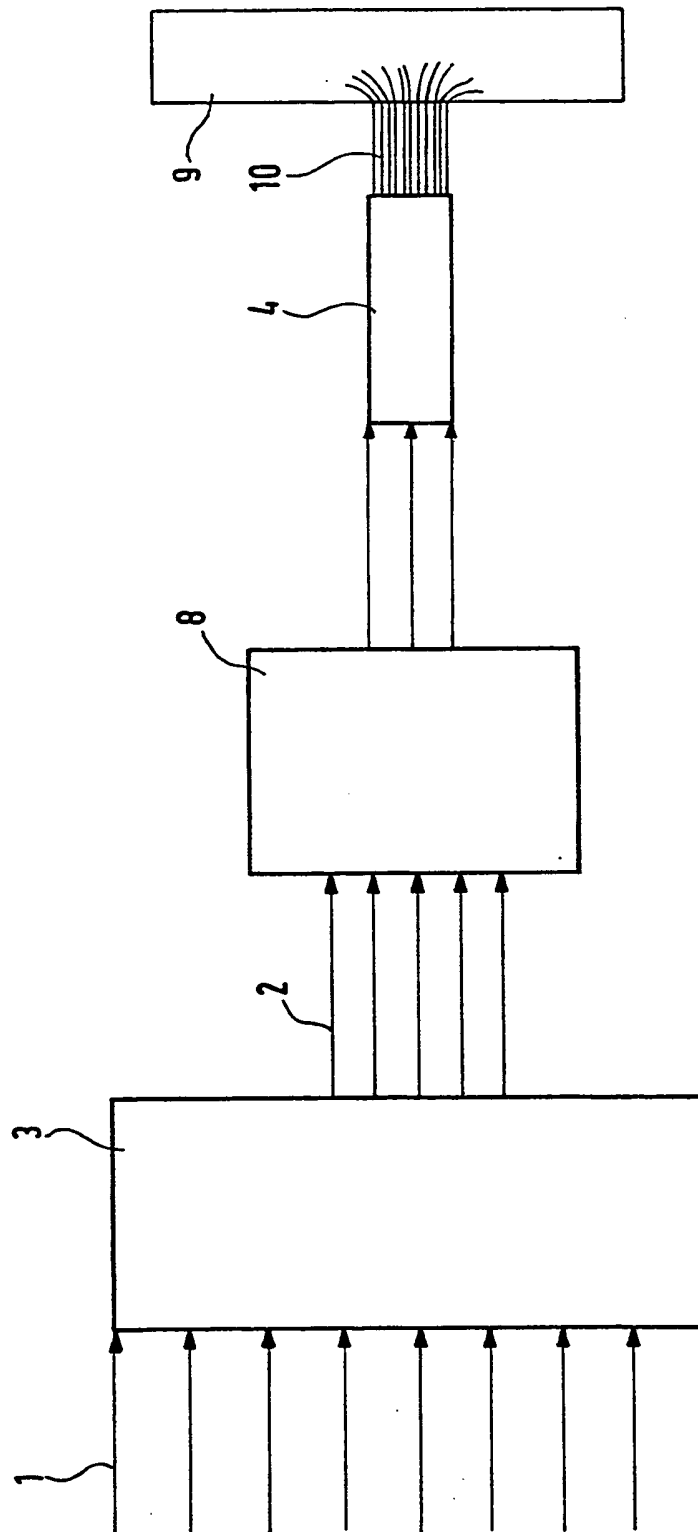


FIG. 1



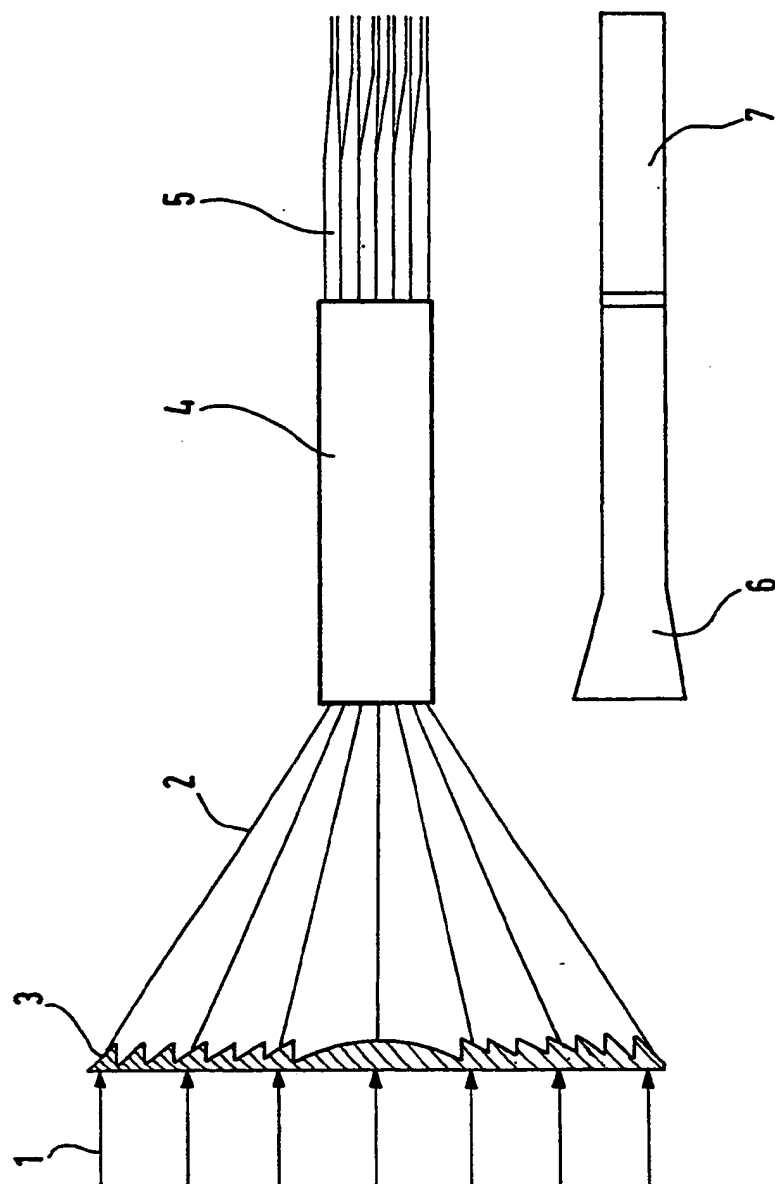


FIG.2

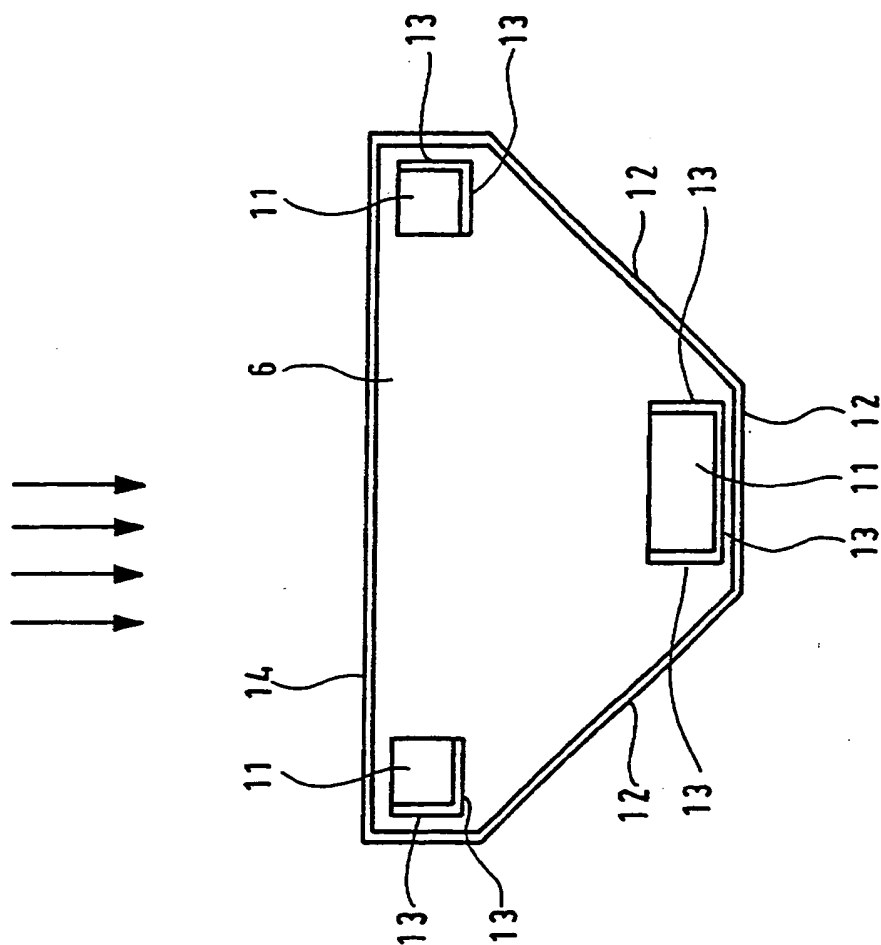


FIG. 3